

文章编号: 1006-6616 (2001) 02-0161-06

# 塔里木盆地轮南地区中奥陶统油气富集条件

旷红伟<sup>1</sup>, 彭德堂<sup>1</sup>, 李楠<sup>2</sup>

(1. 江汉石油学院, 湖北 荆州 434102; 2. 石油物探局地质研究院, 河北 涿州 072700.)

**摘要:** 本文从地层沉积出发, 结合地震资料综合解释, 简要论述了塔里木盆地轮南地区中奥陶统的油气富集条件, 指出轮南地区中奥陶统沉积相带控制了碳酸盐岩储层的分布, 生、储、盖条件基本配套, 圈闭形成的时间与烃源岩形成的时间一致, 有形成岩性油气藏的可能性。

**关键词:** 碳酸盐岩; 油气富集条件; 中奥陶统 (轮南地区)

中图分类号: TE122.3<sup>+</sup>22

文献标识码: A

## 1 地质概况

塔里木盆地轮南地区位于塔北隆起中段, 轮台断裂下降盘。区内以前震旦系变质岩为基底, 上覆古生代, 中、新生代地层, 绝大部分地区缺失上奥陶统、泥盆系和二叠系, 中奥陶统主要分布在本区南部及东南部。

本区主要经历了3期构造运动<sup>[1]</sup>:

(1) 加里东期, 形成古隆起的雏形;

(2) 海西运动早期, 鼻状古隆起得到进一步发展。海西运动使整个塔北隆起抬升遭受风化剥蚀。由于受早期古隆起的影响, 北部剥蚀程度大大高于南部, 不仅泥盆、志留系被剥蚀, 下伏奥陶系也遭受了不同程度的剥蚀。海西晚期—印支期轮南地区受压扭性区域应力场的作用, 受到强烈的挤压、剪切作用, 形成了轮南地区的各级局部构造: 如轮南和桑塔木两个断垒带等, 至印支期, 形成了奥陶系大型潜山背斜的雏形。

(3) 喜马拉雅晚期, 由于印度板块与欧亚大陆板块的碰撞及持续北移, 本区产生了北快南慢的不均衡持续急剧沉降作用, 使中生界及其以上地层形成明显的北倾斜坡, 从而最终形成了轮南地区古生界潜山背斜和中新生界南高北低的构造形态。

## 2 地层和沉积相

### 2.1 地层划分依据

#### 2.1.1 层段划分依据

收稿日期: 2001-03-30

作者简介: 旷红伟 (1969—), 女, 现为中国地质大学 (北京) 沉积盆地研究所博士, 主要从事储层沉积学和层序地层学研究。

- a. 生物依据赵治信等研究<sup>①</sup>, 轮南中奥陶统 ( $O_2$ ) 与下奥陶统 ( $O_1$ ) 界线通过萨尔干组;
- b. 标志层中奥陶统第四段 ( $O_2^4$ ) 的紫红色疙瘩状泥灰岩在中奥陶统 ( $O_2$ ) 灰岩与下奥陶统 ( $O_1$ ) 灰岩之间通过, 即在单一岩性的同一岩组内部通过;
- c. 井下岩性界线明显, 中奥陶统泥质多, 伽玛值高一些, 下奥陶统灰质纯, 伽玛值较低; 在中奥陶统内部第三段与第一段、第二段岩性界线清晰;
- d. 在地震剖面上中奥陶统与下奥陶统界线与地震反射界面 ( $T_{g_s}'$ ) 一致。

2.1.2 地层划分 由于研究区 LN46 井揭露地层最全, 下面以轮南 46 井为例进行论述:

轮南地区中奥陶统可划分为 4 个岩性段<sup>2,1</sup>:

第一段 ( $O_2^1$ ): 为灰色斑块状假角砾粘结灰岩夹粉砂质泥岩和粉砂岩;

第二段 ( $O_2^2$ ): 以灰绿色、灰色钙质粉砂岩、生物屑粉砂岩为主, 夹粉砂质泥岩和假角砾生物碎屑灰岩;

第三段 ( $O_2^3$ ): 上部为浅灰色亮晶藻包粒灰岩夹粘结灰岩, 下部为深灰色角砾状含生物屑的泥晶砂屑灰岩和砂屑泥晶灰岩; 粘结灰岩中生物发育, 尤以海绵、红藻、水媳、珊瑚居多。该段在轮南 46 井以北至 LN16 井、23 井、JF127 井一带, 以藻屑泥晶灰岩或生物屑泥晶灰岩, 泥晶生物灰岩为主。生物以粗枝藻和葛万藻为特征; 而在 JF127 以东的 LN48 井, LN14 井附近与 LN46 井相似。

第四段 ( $O_2^4$ ): 为棕红色泥岩, 瘤状泥灰岩, 生物含量 10% ~ 15%, 为介形虫、三叶虫碎片, 见角石, 在电性上表现为自然伽玛值突然增高, 然后逐渐下降, 在轮南地区特征稳定, 可作为划分下奥陶统和中奥陶统的标志层。

## 2.2 沉积相划分

2.2.1 沉积相类型 轮南地区中奥陶世的沉积分为两个时期: 早期发育广海陆棚相-台地边缘浅滩相的以灰岩为主的沉积; 晚期, 以混积陆棚相为主 (表 1), 形成了以砂泥岩为主, 夹风暴岩、生物灰岩的沉积。其中台地边缘浅滩相按沉积时的能量高低, 还可分为潮下高能及潮下低能两种亚相类型。第三岩性段 ( $O_2^3$ ) 为潮下高能浅滩亚相, 发育亮晶方解石胶结的颗粒灰岩, 颗粒主要为鲕粒、球粒、藻包粒等, 所含生物种类丰富, 粒度较粗, 圆度和分选较好; 因此物性较好, 试油见 0.24m<sup>3</sup>/d 的油和 9.6m<sup>3</sup>/d 的水, 钻厚 87m, 在地震剖面上可连续追踪, 具有一定的分布范围, 为本次研究的目标储层。潮下低能浅滩亚相以泥晶生屑灰岩或生屑泥晶灰岩为主, 含少量球粒、砂屑、藻屑等, 灰泥充填, 基本无亮晶, 生物种类少, 物性差, 可作为盖层。

2.2.2 沉积模式 对 6 口井 (图 1) 的岩性及沉积相对比发现, LN46 井、LN14 井、LN48 井中奥陶统第三段为亮晶颗粒灰岩, 划为潮下高能浅滩亚相, 而 LN16 井、LN23 井和 JF127 井中奥陶统第三段为泥灰岩或泥晶生物灰岩, 为潮下低能浅滩亚相, 并以 LN46 井、LN16 井、LN23 井、JF127 井作出了地层—沉积相柱状剖面对比图, 得到图 2 所示的沉积模式, 并据此认为区内存在由潮下高能浅滩亚相到潮下低能浅滩亚相的相变。

① 赵治信, 等. 塔里木盆地奥陶纪生物地层划分. 国家八五重点科研项目——塔里木盆地油气评价, 1994.

表 1 LN46 井中奥陶统沉积相及微相划分

Table 1 Microfacies and facies of the Middle Ordovician for Well 46 of Lunnan

地 层		微 相	亚 相	相
O <sub>2</sub> <sup>1</sup>	第一段	砂泥岩/生物丘		混 积
O <sub>2</sub> <sup>2</sup>	第二段	砂泥岩夹风暴岩		内 陆 棚
O <sub>2</sub> <sup>3</sup>	第三段	核形石滩、砾屑滩、生屑滩	潮下高能浅滩	台地边缘
			潮下低能浅滩	浅 滩
O <sub>2</sub> <sup>4</sup>	第四段			广海陆棚

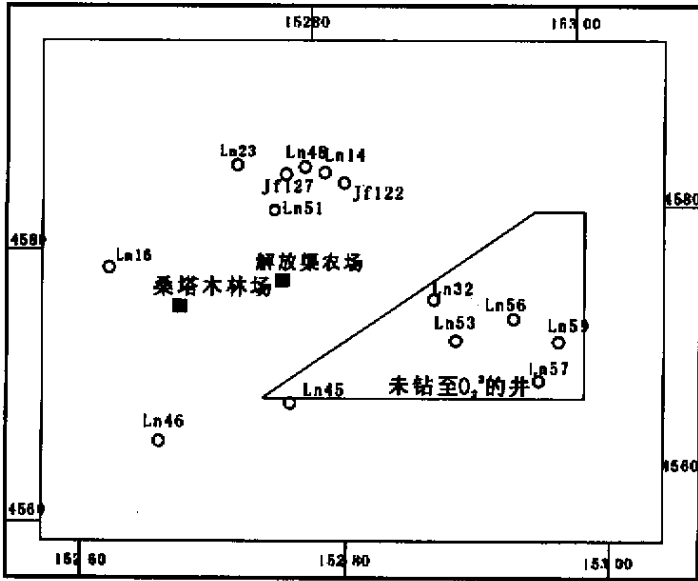


图 1 轮南地区钻遇中奥陶统井的分布图

Fig.1 The locations of wells drilled to the Middle Ordovician in Lunnan Area

### 3 油气地质条件分析

对 6 口井的地层、沉积相研究，结合地震资料解释成果和油气地质条件分析认为，目标层段 (O<sub>2</sub><sup>3</sup>) 有形成原生油气藏的可能性。

#### 3.1 地震资料解释成果

通过作 LN46 井的合成记录，对地震剖面 (S90-268) (图 3) 进行标定，标出了奥陶系底界 (T<sub>gs</sub>') 和中奥陶统第三段 (O<sub>2</sub><sup>3</sup>) 的顶面，并完成了中奥陶统第三段顶面构造图。相变点在地震上表现为由强振幅变为弱振幅 (图 4)。结合沉积相分布，勾绘出中奥陶统第三段沉积相平面分布图 (图 5)，发现有利相带围绕轮南低隆呈 U 字型展布。构造图与沉积相分布图叠置后有两个由相变线封挡的局部高点存在。可以构想，存在以有利相带颗粒灰岩为储层，以不利相带泥晶灰岩作侧向封挡的岩性圈闭。

#### 3.2 油气地质条件分析

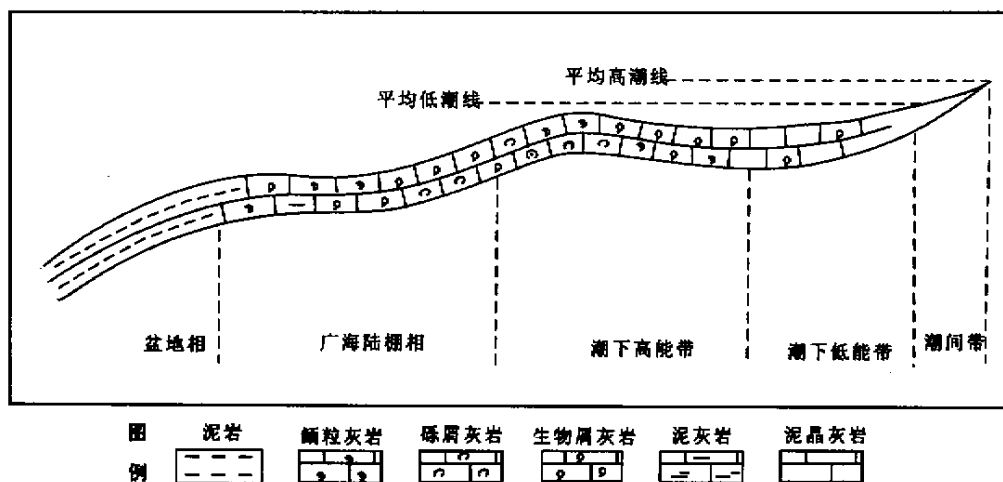


图 2 轮南地区中奥陶统第三段沉积模式图

Fig.2 The sedimentary patterns of member 3 of the Middle Ordovician in Lunan Area

3.2.1 油源条件 研究表明, 目标层段 ( $O_2^3$ ) 的油气来源于紧邻它的中奥陶统第四段 ( $O_2^4$ ), 即属斜坡相沉积的中奥陶统泥灰岩。该烃源岩厚度几十至十几米, 分布范围广, 成熟度适中, 因而仍具有一定的生烃潜力。

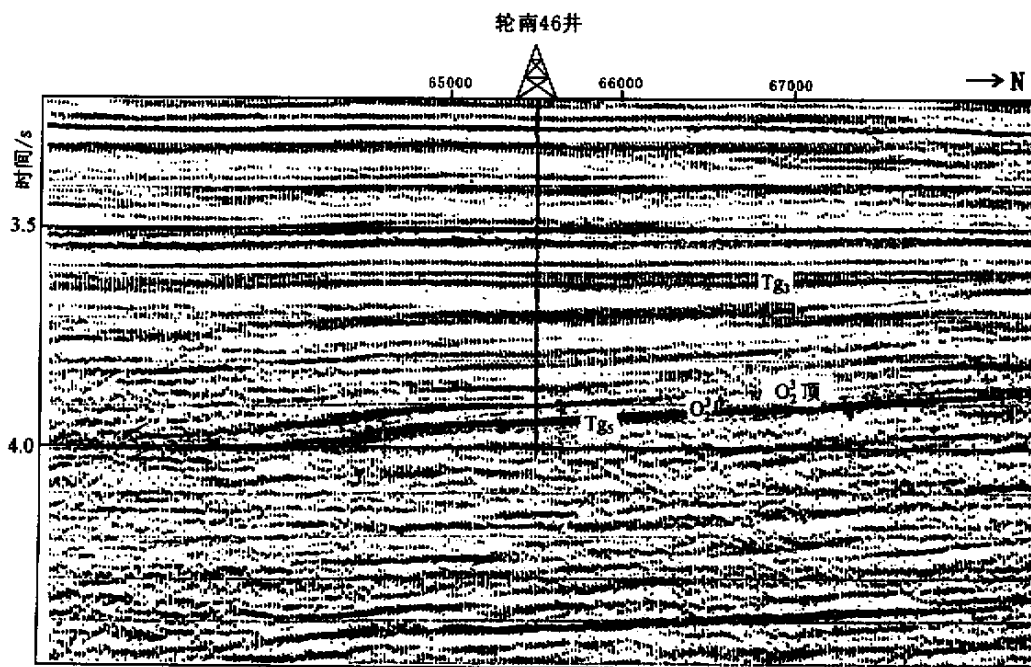


图 3 S90-268 地震迭偏剖面

Fig.3 The seismic sections : S90-268 across the Well-46 of Lunan

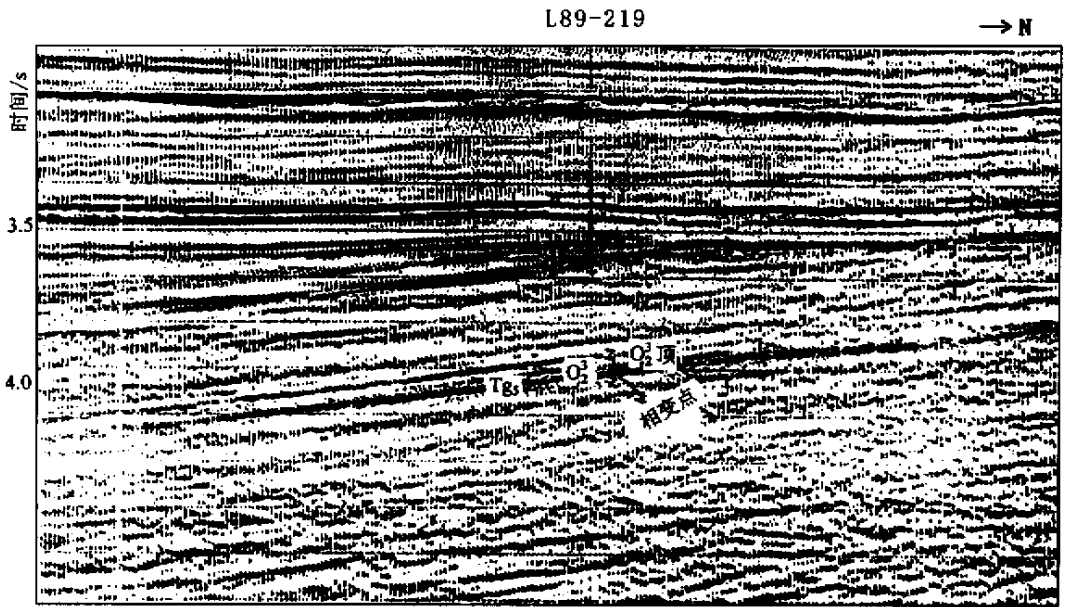


图 4 过轮南 46 井地震剖面

Fig.4 The seismic section across Well-46 of Lunan

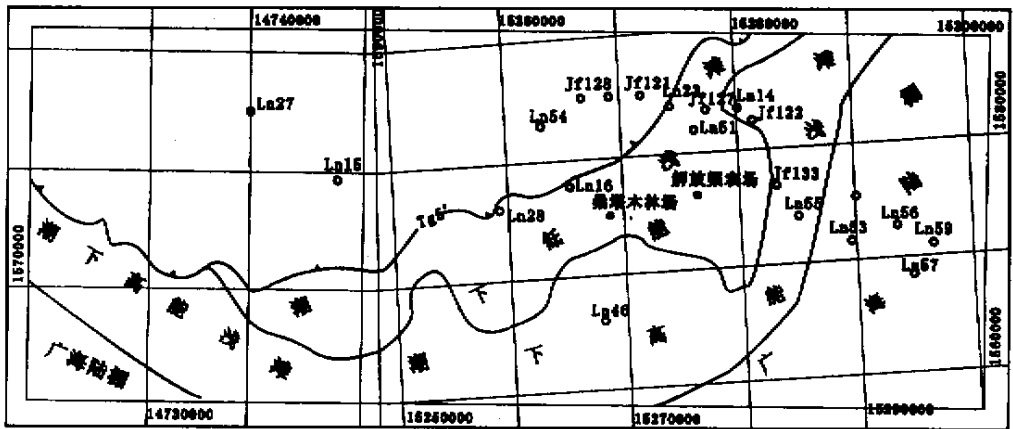


图 5 中奥陶统第三段沉积相平面分布图

Fig.5 Distributions of the sedimentary facies of member 3 of the Middle Ordovician in Lunan Area

3.2.2 储层条件 就轮南地区中奥陶统而言，储层主要发育在中奥陶统第三段的灰岩层段。据 6 口井的资料统计，储层平均厚度达 68.6m，以裂缝或孔洞型储层为主，岩心孔隙度平均为 0.68%~2.0%，渗透率多小于  $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，表明基质的孔渗性差。测井解释有效孔隙度在 0.1%~3.6%之间，表现出 II - III 类储层特征。裂缝主要是构造缝，与 3 期构造运动相对应，产生了 3 期构造裂缝<sup>[3]</sup>，其中第 3 期构造裂缝充填弱，多呈张开微缝，是油气运移与

聚集的主要储集空间。由于构造运动的影响和风化、剥蚀程度的不同,以及储层所处的部位不同,中奥陶统第三段形成了两类储集层:一是风化壳储层;一是内幕储层。

**3.2.3 盖层条件** 以上两类储层要形成良好的圈闭,盖层的封挡很重要。垂向上内幕储层上覆的中、上奥陶统泥岩、泥灰岩可形成良好的封挡,而风化壳储层上覆的石炭系泥岩可作为盖层。侧向上由潮下低能相带控制的地层可形成侧向封堵。

**3.2.4 烃源岩排烃期与圈闭形成的配套关系** 由于构造演化和圈闭形成的长期性、复合性,烃源岩具有排烃时间长、多排烃高峰的特点<sup>①</sup>。奥陶纪和二叠纪排烃高峰形成的油气藏,经过多次构造运动的破坏损失很大,晚第三纪排烃高峰期与圈闭的最终形成时间配套,最有利于形成和保存油气藏。

**3.2.5 沉积相带控制储层的分布** 研究区仅有 LN46 井钻遇内幕储层。从该井看,发育一些 II 类储层并试出  $0.24\text{m}^3/\text{d}$  的油和  $9.5\text{m}^3/\text{d}$  的水。风化壳储层表现不一,如 LN14 井,发育 II 类储层,并钻获工业油流,而 LN16 井,储层很不发育,仅有少量垂直小缝。储层的发育程度与相带的分布密切相关<sup>[2]</sup>。在台地边缘高能滩相区,储层物性较好,含油级别较高,有的甚至获得了工业油流,在潮下低能浅滩沉积相区,储层发育程度低,甚至不发育储层。

### 3.3 寻找新的油气藏类型

基于上面的认识,轮南地区中奥陶统(特别是中奥陶统第三段),有形成油气藏的条件<sup>[3]</sup>。所形成的油气藏的特点是:以下部广海陆棚相泥灰岩为油源,以裂缝-孔洞为储渗空间,以四周致密岩层封闭为遮挡条件,形成岩性圈闭或内幕油气藏。位于有利相带(潮下高能浅滩)的风化壳储层,如轮南 14 井;或位于有利相带,且内幕储层储集性能良好,有聚集油气的基础,如轮南 46 井;或虽处于不利相带(潮下低能浅滩),但在风化壳附近,接受了第 3 次排烃高峰期运移来的油气,均可形成良好油气藏。那些位于不利相带,且内幕储层不发育处,多为致密层,可用作盖层,起到侧向封挡油气的作用。

从沉积相、沉积模式出发,结合油气储集条件的分析,在研究过程中发现,轮南地区中奥陶统第三岩性段,有两个相变线封挡的岩性圈闭。I 号圈闭面积  $90\text{km}^2$ ,高点海拔  $-4750\text{m}$ ,幅度  $400\text{m}$ ,以颗粒灰岩为储层,泥晶灰岩作侧向封堵,上覆大套泥岩、泥灰岩为盖层。II 号圈闭面积  $20\text{km}^2$ ,高点海拔  $-4900\text{m}$ ,幅度  $200\text{m}$ ,圈闭性质与 I 号同。

若这两个圈闭钻探成功,则将大大拓宽塔里木盆地奥陶系的找油领域,必将获得巨大的经济效益。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 贾承造,等. 盆地构造演化区域构造地质 [ M ]. 北京:石油工业出版社, 1995.
- [ 2 ] 贾振远,蔡忠贤. 塔里木盆地地下古生界储集层(体) [ A ]. 中国塔里木盆地石油地质文集 [ C ]. 北京:地质出版社, 1996.
- [ 3 ] 周兴熙. 初论碳酸盐岩网络状油气藏 [ J ]. 石油勘探与开发, 2000, 27 ( 3 ): 5 ~ 8.

(下转第 103 页)

① 黄海平. 塔里木盆地烃源岩特征及油气对比研究. 塔里木石油勘探开发指挥部研究报告, 1996.

## THE ACCUMULATIVE CONDITIONS OF THE MIDDLE ORDOVICIAN OIL AND GAS IN LUNNAN AREA , TARIM BASIN

KUANG Hong-wei<sup>1</sup> , PENG De-tang<sup>2</sup> , LI Nan<sup>3</sup>

( 1. *Jiaghan Petroleum Institute , jiangzhou 434102 , China ;*

2. *Geological Research Institute of the Geophysical Exploration Bureau , Zhuozhou 072700 , China .* )

**Abstract** : The article discusses the accumulative conditions of the Middle Ordovician oil and gas in Lunnan area , Tarim basin , by studying the strata and the sedimentary facies and in combination with syntheetical interpretation of seismic data. It points out that the conditions of oil source reservoirs and cap rocks are suitable for the carbonate rock traps , the formation times of traps coincides with those of source rocks which drained hydrocarbons , and the growth of reservoir is controlled by sedimentary facies. It is possible for this conditions to form lithological oil trap.

**Key words** : carbonate rock ; accumulative conditions of the oil and gas ; Middle Ordovician ( Lunnan Area )